

Analisis Performansi Air Conditioning 1 PK Dengan 3 Fluida Kerja

Dini Rosmayanti *)

Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: dini_rosmayanti@yahoo.com,

ABSTRAK

Air Conditioning (AC) merupakan salah satu sistem refrigerasi kompresi uap yang digunakan untuk mendinginkan suatu ruangan dan memberikan kenyamanan kepada penghuni ruangan tersebut. Saat ini masih banyak AC yang menggunakan refrigeran CFC maupun HCFC yang tidak ramah lingkungan dan membutuhkan konsumsi energi yang lebih besar.

Salah satu metode yang digunakan untuk menemukan refrigeran yang cocok digunakan pada AC adalah dengan menganalisa kinerja AC dengan menggunakan 3 fluida kerja yang berbeda, yaitu R22, R290 dan MC-22. Proses kerjanya dilakukan pada AC yang sama, dan cara penggantian refrigerannya dilakukan melalui proses *retrofitting*. Selanjutnya analisis dilakukan dengan mengambil data tekanan *suction*, tekanan *discharge*, temperatur *suction*, temperatur *discharge*, temperatur keluaran kondensor, arus listrik, tegangan listrik dan daya listrik. Kemudian dilakukan pengolahan data-data tersebut baik secara manual maupun menggunakan perangkat lunak REFROP, sehingga mendapatkan kesimpulan berupa hasil kerja sistem yang terbaik.

Dari hasil analisis diperoleh bahwa sistem refrigerasi yang di-*retrofitting* dengan MC-22 dengan konsentrasi massa sebesar 30% adalah yang terbaik. Sistem ini menggunakan refrigeran yang ramah lingkungan, yang memiliki nilai efisiensi lebih besar 110 % dan dapat menghemat energi listrik sebanyak 20% bila dibandingkan dengan R22 dan R290.

Kata kunci : R22, R290, MC-22, refrigeran, retrofitting, REFROP, efisiensi.

ABSTRACT

Air Conditioning (AC) is one of the vapor compression refrigeration system used to cool a room and provide comfort to occupants. Today, almost every office and residential use as an alternative air conditioning to cool the air but there is still a lot of conditioning that uses CFC and HCFC refrigerants, which are not friendly to the environment and requires greater energy consumption.

One of the methods used to find a suitable refrigerant used in air conditioning is to analyze the performance of air conditioning by using three different refrigerants, i.e R22, R290 and MC-22. The process works carried out on the same AC, and how the replacement refrigerant is done through the process of retrofitting. Further analysis of the data is done by taking the suction pressure, discharge pressure, suction temperature, discharge temperature, output temperature of the condenser, electric current, electric voltage and electric power. Then by do the processing of these data either manually or using software REFROP, can get the conclusion to choose which one is the best system.

From the analysis results obtained that the refrigeration systems which retrofitted by Musicool-22 with a mass concentration of 30% has result the best. The system uses environmentally friendly refrigerant, which has a value greater efficiency of 110% and can save electricity by 20% when compared to R22 and R290.

Keywords : R22, R290, MC-22, retrofitting, REFROP, efficient.

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya jenis refrigeran yang digunakan pada AC adalah refrigerant jenis *Clorofluorocarbon* (CFC) dan *Hydroclorofluorocarbon* (HCFC) yang tidak ramah lingkungan. Sehingga berdampak pada

lingkungan hidup karena penggunaannya dapat mengakibatkan penipisan lapisan ozon yang rusak oleh gas-gas klorin yang dilepaskan secara sengaja oleh manusia maupun yang terjadi melalui proses alami. Protokol Montreal ini ditandatangani tanggal 16 september 1987 yang mengatur kesepakatan internasional mengenai jadwal berakhirnya penggunaan zat-zat yang

menyebabkan rusaknya lapisan ozon, termasuk CFC dan HCFC[1].

Berdasarkan data yang didapatkan dari www.okezone.com tanggal 15 Juni 2014, menunjukkan bahwa penjualan AC di Indonesia dikuasai oleh merk LG dengan pangsa pasar sebesar 25,5%. LG dapat menjual AC sebanyak 60.000 unit per bulan yang berarti 235.295 unit per tahun. Hal ini berarti di Indonesia ada sekitar 2.823.540 unit AC semua merk yang terpasang baru, dan angka ini akan meningkat sekitar 10-15% per tahunnya[2].

Penelitian sebelumnya mengenai “Analisa Pengaruh Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon MC-22 Pengganti Freon-22 Terhadap Kinerja Alat *Air Conditioning*” yang menyimpulkan bahwa temperatur ruang yang minimum yang dapat dicapai sekitar 16 °C dengan menggunakan refrigeran MC-22. Dan COP (*Coefficient of Performance*) alat pendingin yang menggunakan propana atau MC-22 lebih tinggi dibandingkan dengan R-22[3]. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa Efisiensi AC berbahan pendingin MC-22 lebih unggul dibandingkan AC berbahan pendingin R-22, dengan besar penghematan energi sebesar 21,44% dari hasil retrofitting R-22 menjadi MC-22, dan nilai COP yang lebih besar yaitu 6,54 untuk 1 unit AC dan 6,28 untuk 2 unit AC dari COP sebelumnya yaitu 5,49 dan 4,65”[4].

Penggunaan Refrigeran yang terdapat di dalam AC ini tidak semuanya menggunakan refrigerant non-CFC, masih banyak juga sistem refrigerasi AC yang menggunakan refrigerant CFC dan HCFC seperti R22[5]. Sedangkan R22 merupakan salah satu refrigeran yang termasuk kedalam jenis refrigeran CFC, yang mengandung klorin. Klorin dapat mengikat lapisan ozon, sehingga lama kelamaan lapisan ozon akan bocor dan merubah rangkaian zat kimia tersebut menjadi CO₂.

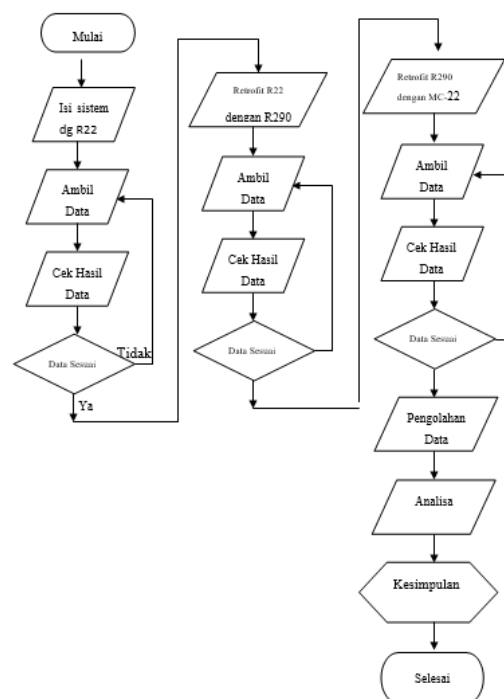
Selain itu dengan banyaknya penggunaan AC, maka kebutuhan akan energi listrik pun akan semakin banyak. Seperti kita ketahui, bahwa energi listrik di hasilkan dari suatu sistem pembangkit tenaga listrik, yang dimana salah satu alat pembangkitnya yaitu generator digerakan oleh mesin diesel dan mesin diesel ini membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber

bahan bakarnya. Jika penggunaan bahan bakar meningkat tajam, maka gas buang CO₂ pun akan semakin banyak dan mengakibatkan naiknya suhu permukaan bumi. Hal ini dikarenakan terperangkapnya gas CO₂ dibawah atmosfer dan menimbulkan efek rumah kaca[6].

Dengan adanya permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka diperlukan adanya suatu perbaikan untuk melindungi bumi dari kerusakan dan pemanasan global, serta cara untuk penghematan energi. Salah satu hal yang dapat dilakukan dalam bidang refrigerasi adalah dengan melakukan *retrofitting* R22 menjadi R290 dan MC-22, dan mengoptimalkan kinerja sistem refrigerasi AC dengan memvariasikan jumlah massa refrigerant yang dimasukkan kedalam sistem. Sehingga, kita mendapatkan suatu sistem refrigerasi AC yang ramah lingkungan, hemat energi, dan juga optimal dalam kerjanya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan di Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, dan proses analisa dilakukan di laboratorium refrigerasi terapan Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar.1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Studi dokumentasi yang dilakukan didalam penelitian ini adalah dengan mendokumentasikan data observasi, dan eksperimen, baik dalam tulisan maupun gambar. Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat ukur. Selanjutnya dilakukan analisa baik secara manual menggunakan rumus maupun menggunakan *software*. Kemudian disimpulkan untuk mendapatkan analisa terbaik yang dapat direkomendasikan sebagai masukan pada alat yang digunakan. Adapun *software* yang digunakan adalah REFROP.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan proses penggantian refrigeran, langkah yang paling penting untuk dilakukan adalah *pemvakuman*. Perlu diperhatikan, selama proses *pemvakuman* tidak dibenarkan untuk menyalakan sistem. Dan setelah melakukan *pemvakuman* hendaknya ditunggu dahulu selama sekitar 30 menit untuk memastikan tidak ada lagi kebocoran pada sistem. Setelah sistem divakum langkah selanjutnya adalah pengisian refrigeran. Ketika melakukan penggantian dan pengisian refrigeran dengan refrigerant yang baru, didapat data sebagai berikut, seperti disajikan pada tabel.1 dibawah ini.

Tabel 1. Perbandingan pengisian refrigeran.

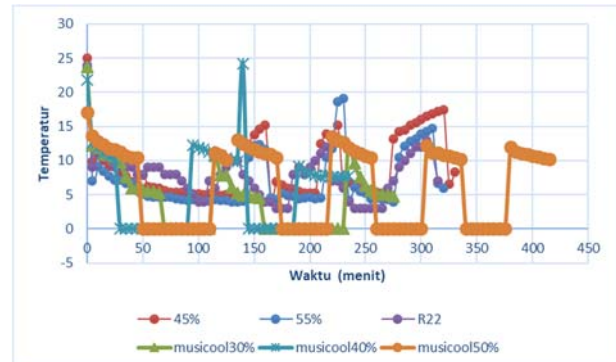
	R22	R290 (45%)	R290 (55%)	MC-22 (30%)	MC-22 (40%)	MC-22 (50%)
Berat (gr)	360	162	198	108	144	180
P _{suct} (bar)	12	5	5	5	5	5

*MC = Musicoool

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa refrigeran yang dimasukan ke dalam sistem diatur sedemikian rupa sehingga menjadi batasan untuk penelitian. Banyaknya refrigeran yang dimasukan kedalam sistem baik untuk R290 maupun MC-22, dengan berbagai konsentrasi masa, didasarkan pada dasar teori. Refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 30%, refrigeran MC-22 dengan konsentrasi masa 40% didapat dari hasil perbandingan kerapatan cairan jenuh pada 37,8 °C. Pada tabel tersebut, nilai kerapatan cairan jenuh pada 37,8 °C untuk R22 sebesar 1.138 kg/m³ dan MC-22 sebesar 471,30 kg/m³.

Gambar.2 dibawah ini merupakan grafik perbandingan penurunan temperatur koil

evaporator akibat *retrofitting* dengan menggunakan jenis refrigeran R-22, R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50%.



Gambar 2. Perbandingan penurunan temperatur koil evaporator antara R-22, R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50%

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa penurunan temperatur tercepat dicapai oleh sistem yang menggunakan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi masa 40% yaitu selama 25 menit, kemudian MC-22 dengan konsentrasi 50% selama 45 menit, dan MC-22 dengan konsentrasi 30% selama 65 menit. Selanjutnya, refrigeran R22 selama 105 menit dan kemudian R290 dengan konsentrasi masa 45% dan 55% memiliki waktu *chilling time* selama 140 menit.

Pada penelitian ini dilakukan *setting* temperatur ruangan sebesar 20°C, ketika temperatur koil evaporator mencapai 8°C pada sistem yang menggunakan R22, maka *setting* temperatur ruangan tercapai. Penurunan temperatur koil evaporator pada R-290 dan MC-22 dengan beberapa variasi massa lebih cepat dibandingkan R-22. Hal ini diakibatkan dari nilai massa jenis dan nilai kalor spesifik (*Cp*) dari ketiga refrigeran yang berbeda. R-22 memiliki nilai panas jenis cairan jenuh yang lebih besar daripada R290 dan MC-22 pada temperatur 37,8 °C sebesar 1,325 kJ/kg sementara MC-22 memiliki nilai panas jenis cairan jenuh pada temperatur 37,8 °C lebih tinggi yaitu sebesar 2,909 kJ/kg, akibatnya penyerapan kalor pada MC-22 lebih banyak dibandingkan R-22, yang berarti efek refrigerasinya semakin bagus.

Dapat dilihat pada hasil olah data saat *chilling time*, pada sistem R-22 memiliki efek refrigerasi (*q_e*) sebesar 162,2 kJ/kg, sementara

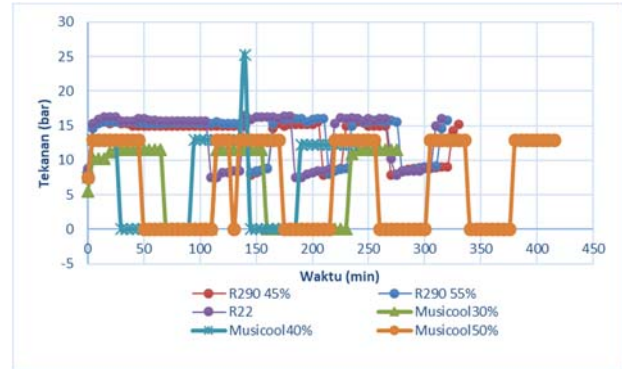
pada sistem R-290 dengan konsentrasi massa 45% efek refrigerasi (q_e) sebesar 297,69 kJ/kg, dan pada sistem yang menggunakan MC-22 dengan konsentrasi massa 30% sebesar 336,65 kJ/kg. *Chilling time* pada sistem R-22 membutuhkan waktu lebih lama yaitu 105 menit dan pada sistem R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55% selama 140 menit, sedangkan *chilling time* pada sistem MC-22 dengan konsentrasi 30% hanya membutuhkan waktu selama 65 menit, konsentrasi 40% selama 25 menit dan konsentrasi 50% selama 45 menit.

Pada saat *cut out*, yaitu pada saat sistem mempertahankan temperaturnya, R-22 dan R-290 memiliki periode waktu hampir sama yaitu 25 menit dan 20 menit, sedangkan untuk sistem yang menggunakan MC-22 dengan semua variasi massa memiliki waktu 50 menit untuk proses *cut out*.

Selama proses pengambilan data, *cut-out* terjadi sebanyak 3 kali untuk setiap pengambilan data, baik pengambilan data dengan refrigerant R22, R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55% maupun dengan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 30%, 40% maupun 50%, namun dengan waktu operasi (*operating time*) yang berbeda-beda.

Total waktu operasi yang diperlukan oleh R22 dalam mencapai *chilling time* dan 3 kali *cut out* adalah 240 menit, R290 dengan konsentrasi masa 45% dan 55% adalah dari 265 dan 275 menit, sedangkan sistem dengan MC-22 dengan konstrasi masa 30% adalah 275 menit, konsentrasi masa 40% adalah 235 menit dan konsentrasi massa 50% adalah 255 menit. Hal ini membuktikan bahwa konsumsi energi dari R-22 lebih boros dari pada R-290 dan MC-22 karena saat *starting* Amper yang dibutuhkan oleh sistem cukup besar.

Gambar.3 dibawah ini merupakan gambar grafik perbandingan tekanan *discharge* antara refrigeran R-22 sebagai refrigeran utama dengan refrigeran R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti.



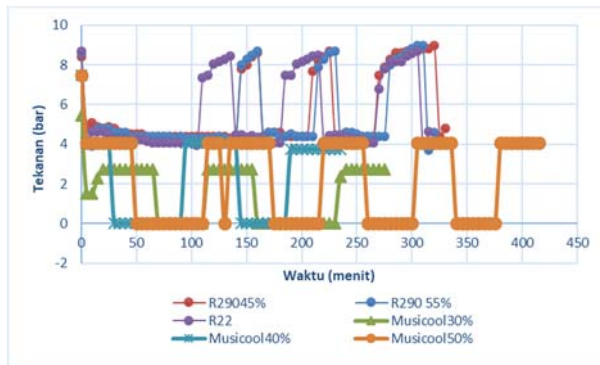
Gambar 3. Perbandingan tekanan *discharge* sistem R-22 dengan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50%

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa tekanan *discharge* dari ketiga refrigeran tersebut berada pada rentang 10 Bar_{gauge} sampai dengan 17 Bar_{gauge}. Tekanan *discharge* dari refrigeran R22 memiliki nilai tekanan yang paling tinggi, yaitu sekitar 15,65 Bar_{gauge} sampai dengan 16,30 Bar_{gauge}. Pada refrigeran R290, baik dengan konsentrasi massa 45 % dan 55% menunjukkan tekanan *discharge* berada pada angka yang hampir sama yaitu pada rentang 14,5 Bar_{gauge} sampai 15,5 Bar_{gauge}. Selain itu, nilai tekanan *discharge* yang ditunjukkan oleh penggunaan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi massa 30 % merupakan nilai terendah, berkisar pada angka 10,5 Bar_{gauge} sampai dengan 11,5 Bar_{gauge}. Sedangkan nilai tekanan *discharge* yang ditunjukkan oleh refrigeran Musicool 22 dengan konsentrasi 40% dan 50% adalah 12,93 Bar_{gauge}.

Kecilnya nilai tekanan *discharge* yang ditunjukkan oleh refrigeran MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40%, dan 50% dibandingkan refrigeran R22 dan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55% diatas, dipengaruhi oleh nilai kerapatan (*density*) dan kekentalan (*viscosity*) yang lebih rendah daripada nilai kerapatan dan kekentalan yang dimiliki oleh R22 dan R290. Refrigeran R-22, memiliki nilai kerapatan cairan jenuh (*density*) pada temperatur 37,8 °C sebesar 1.138,0 kg/m³, dan nilai kekentalan cairan jenuh (*viscosity*) pada temperatur 37,8 °C sebesar 143,10 uPa-s. Sedangkan, refrigeran Musicool 22, memiliki nilai kerapatan cairan jenuh (*density*) pada temperatur 37,8 °C sebesar 471,0 kg/m³, dan nilai kekentalan cairan jenuh (*viscosity*) pada temperatur 37,8 °C sebesar 84,58 uPa-s. Sehingga hal ini akan menyebabkan kerja kompresor lebih

ringan, yang ditunjukkan pada tekanan *discharge*, dan akan berimbang pada pemakaian energi yang semakin rendah.

Gambar.4 dibawah ini menunjukkan perbedaan tekanan *suction* yang terjadi pada sistem refrigerasi saat menggunakan refrigeran R-22 sebagai refrigeran utama dengan refrigeran R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti.



Gambar 4. Perbandingan tekanan *suction* sistem R-22 dengan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% & 50%

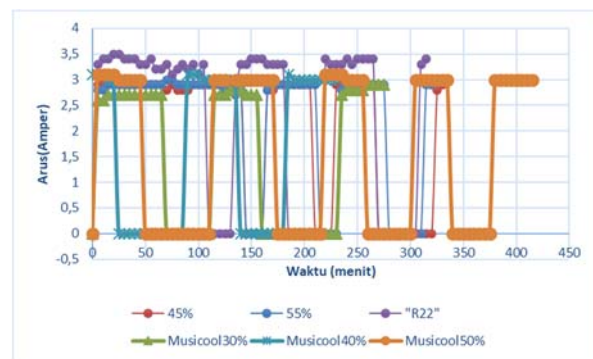
Pada gambar.4 menunjukkan perbandingan antara tekanan hisap (*suction*) sistem R-22 dengan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55% serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% berada pada rentang yang tidak terlalu berbeda jauh. Nilai tekanan *suction* R-22 rata-rata sebesar 4,22 Bar_{gauge} sedangkan tekanan *suction* R-290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55% rata-rata sebesar 4,4 Bar_{gauge}. Refrigeran MC-22 dengan konsentrasi massa 30% menunjukkan nilai tekanan *suction* rata-rata sebesar 2,72 Bar_{gauge} sedangkan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 40% dan 50% rata-rata sebesar 4,08 Bar_{gauge}.

Ketika *chilling time* tercapai, tekanan *suction* R-22 sebesar 3,95 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar -0,18 °C sementara tekanan *suction* R-290 dengan konsentrasi massa 45% sebesar 4,3 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar 3,7 °C dan tekanan *suction* R-290 dengan konsentrasi massa 55% sebesar 4,2 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar 3 °C. Adapun tekanan *suction* dengan konsentrasi massa 30% sebesar 2,72 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar -7,8 °C, sedangkan tekanan *suction* dengan konsentrasi massa 40%

sebesar 4,8 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar 2,41 °C, serta tekanan *suction* dengan konsentrasi massa 50% sebesar 4,08 Bar_{gauge} dengan nilai temperatur evaporasi sebesar 2,41 °C.

Hal ini masih erat kaitannya dengan nilai kerapatan dan kekentalan refrigerant yang lebih rendah daripada R290 dan R22, sehingga kerja kompresor semakin ringan dan berakibat konsumsi energi listrik pun semakin kecil.

Gambar.5 merupakan grafik perbandingan arus listrik saat menggunakan refrigeran utama R-22 dengan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti.



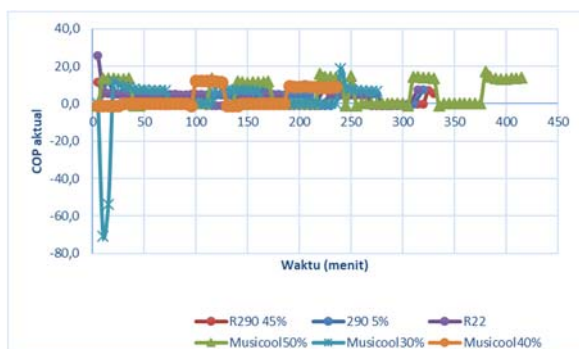
Gambar 5. Perbandingan arus listrik R-22 dengan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50%

Grafik yang ditunjukkan gambar.5 menunjukkan bahwa arus listrik pada R-22 memiliki nilai arus yang lebih besar dibandingkan dengan sistem refrigerasi saat menggunakan refrigeran R-290 dengan konsentrasi 45% dan 55%, dan MC-22 dengan konsentrasi 30%, 40% dan 50%. Meskipun secara keseluruhan perbedaannya tidak terlalu jauh.

Refrigeran R22 mengkonsumsi arus listrik rata-rata sebesar 3,3 Amper dari 285 menit waktu operasi sedangkan R-290 dengan konsentrasi 45% dan 55% mengkonsumsi arus listrik lebih rendah dengan rata-rata sebesar 2,9 Amper dari 320 menit waktu operasi. Sementara itu refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 40% dan 50% mengkonsumsi arus listrik lebih rendah dengan rata-rata sebesar 3 Amper dan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 30% mengkonsumsi arus listrik paling rendah dengan rata-rata sebesar 2,7 Amper dari 275 menit waktu operasi.

Hal ini disebabkan karena tekanan *discharge* R-22 yang lebih tinggi dibandingkan tekanan *discharge* R-290 dan MC-22, akibatnya nilai arus pun akan meningkat dan konsumsi energi listrik menjadi meningkat.

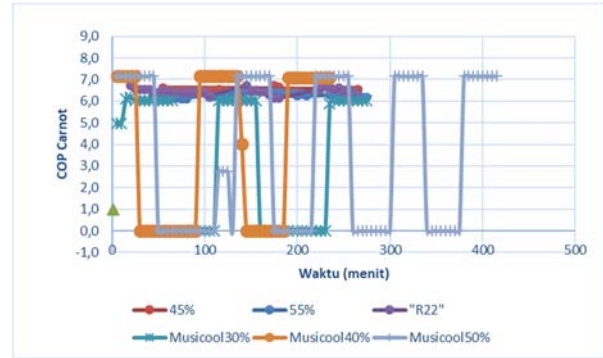
Gambar.6 menunjukkan nilai perbandingan kinerja sistem saat menggunakan refrigeran utama R-22 dan saat menggunakan R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti pada temperatur *setting* yang sama yaitu 20°C. Dalam hal ini, COP yang dimaksud adalah COP aktual yang terjadi pada sistem.



Gambar 6. Perbandingan *Coefficient of Performance* sistem refrigerasi dengan menggunakan refrigeran utama R-22 dan refrigerant R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti

Grafik pada gambar.6 menunjukkan nilai performansi kerja dari sistem refrigerasi pada AC *split* selama beroperasi. Ketika *chilling time*, COP sistem R-22 sebesar 4,9 sedangkan COP sistem R-290 dengan konsentrasi 45% dan 55% sebesar 5,5 dan 5. Sementara itu nilai COP sistem yang menggunakan menggunakan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 30%, 40 dan 50% adalah 7,1; 12,19; dan 13,47.

Gambar.7 dibawah ini, menunjukkan perbandingan antara COP Carnot sistem refrigerasi dengan menggunakan refrigeran utama R-22 dan refrigeran R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti.



Gambar 7. Perbandingan *Coefficient of Performance Carnot* sistem refrigerasi dengan menggunakan refrigeran utama R-22 dan refrigerant R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti

COP Carnot dapat dikatakan juga sebagai performansi ideal suatu sistem. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai COP Carnot pada sistem R-22 dengan COP Carnot pada sistem R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 % serta MC-22 dengan konsentrasi massa 30%, 40% dan 50% sebagai refrigeran pengganti, tidak memiliki perbedaan yang jauh. Nilai COP Carnot keenam data pengukuran tersebut cenderung *steady* dengan nilai rata-rata COP Carnot pada R-22 sebesar 6,4 dan 6,5 untuk rata-rata nilai COP Carnot pada R290 dengan konsentrasi massa 45% dan 55 %. Sementara itu nilai COP terendah ditunjukkan oleh sistem yang menggunakan refrigeran Musicool dengan konsentrasi massa 30% yaitu sebesar 6. Sedangkan sistem yang menggunakan MC-22 dengan konsentrasi massa 40% dan 50% memiliki nilai rata-rata COP yang hampir sama sebesar 7,16.

Pada saat sistem refrigerasi mengalami *cut-out* maka tidak ada energi listrik yang dipakai dengan kata lain konsumsi energi listrik adalah nol. Jika kita asumsikan bahwa pemakaian rata-rata AC dalam sehari adalah 8 jam (jam kerja) dan digunakan selama 30 hari atau sebulan, dengan daya listrik yang digunakan dari PLN adalah 2200 kWh, dan harga tarif dasar listrik (TDL) untuk 1 kWh adalah sebesar Rp. 1406,074. Dari asumsi tersebut didapat data konsumsi pemakaian listrik dan besarnya biaya penggunaan listrik sebagai berikut, seperti yang disajikan pada tabel.2 dibawah ini.

Tabel 2. Perbandingan konsumsi energi dan biaya penggunaan listrik.

NO	PARAMETER	R-22	R-290 45%	R-290 55%	MC-22 30%	MC-22 40%	MC-22 50%
1	Konsumsi Listrik (kWh)	0,6	0,51	0,51	0,48	0,53	0,53
2	Waktu Pemakaian (jam)	8	8	8	8	8	8
3	Total Konsumsi Listrik (kWh)	4,8	4,08	4,08	3,84	4,24	4,24
4	Prosentase penggunaan energi (%)	100	85	85	80	88,3	88,3
5	Prosentase penghematan energi (%)	0	15	15	20	11,7	11,7
6	Harga TDL per 1 kWh, pada daya 2200 kWh (Rp)	1406,074	1406,074	1406,074	1406,074	1406,074	1406,074
7	Total Biaya Pemakaian Listrik (Rp)/bulan	202.474,7	172.103,5	172.103,5	161.979,8	178.852,6	178.852,6
8	Prosentase penghematan Biaya (%)	0	15	15	20	11,7	11,7

Dari tabel diatas terlihat bahwa sistem yang menggunakan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi 30% merupakan sistem yang paling hemat dalam penghematan enenrgi, yaitu sebesar 20%. Sehingga penghematan energi ini akan berbanding lurus dengan penghematan biaya listrik yang harus dikeluarkan setiap bulannya.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan bahwa secara keseluruhan kinerja sistem refrigerasi yang menggunakan refrigeran MC-22 dengan konsentrasi adalah yang paling baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai tekanan hisap (*suction*) dan tekanan tekan (*discharge*) yang lebih rendah, waktu pencapaian temperatur acuan lebih cepat, dan nilai COP serta efisiensi yang lebih besar sekitar 50% dibandingkan dengan R22 dan R290.

Dalam melakukan *retrofitting* atau penggantian refrigeran, sistem yang menggunakan refrigeran MC-22 dapat mencapai temperatur acuan lebih cepat, meskipun dengan massa refrigeran hanya 30% dari masa R22. Selain itu, refrigeran MC-22 tidak memerlukan penggantian komponen maupun oli dari sistem yang menggunakan R22 atau R290.

Dikarenakan jumlah massa refrigeran yang dimasukan kedalam sistem lebih sedikit, yaitu sekitar 30% daripada massa R22 dan R290, maka konsumsi energi listrik yang diperlukan pun lebih rendah sekitar 20%. Dan hal ini akan sebanding dengan penghematan biaya penggunaan listrik yang harus dibayarkan per bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASHRAE, ASHRAE, Handbook of Fundamental-Secondary Coolants, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, 2005.
- [2] "Angka Penjualan AC di Indonesia," www.okezone.com, 15 Juni 2014. [Online]. Available: www.okezone.com/angka-penjualan-AC-di-Indonesia/.
- [3] F. Aneka, "Analisa Pengaruh Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon Muscool-22 Pengganti Freon-22 Terhadap Kinerja Alat Air Conditionning," in *Seminar Tahunan Teknik Mesin, ISBN, Sriwijaya University*, Palembang, 2010.
- [4] J. Putradewa and Pradana, "Analisis Penghematan Energi Listrik Dengan Pemakaian Refrigerant Pengkondisi Udara MC-22 Sebagai Pengganti R-22," 2011.
- [5] Togi and Alamsyah, "HFC Sebagai Salah Satu Gas Rumah Kaca Yang Penggunaannya Berangsur-angsur Dikurangi Oleh Masyarakat Internasional," in *Kyoto Protocol on Climate Change*, Kyoto, 2005.
- [6] Aisbett and Pham, "Hidrokarbon Sebagai Pengganti Refrigerant CFC dan HCFC," 1998.